

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-44307

(43)公開日 平成9年(1997)2月14日

(51)Int.Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 6 F 3/033	3 6 0	4230-5E	G 0 6 F 3/033	3 6 0 B
3/03	3 8 0		3/03	3 8 0 B

審査請求 未請求 請求項の数4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-195640

(22)出願日 平成7年(1995)7月31日

(71)出願人 591132335

株式会社ザナヴィ・インフォマティクス  
神奈川県座間市広野台2丁目4991番地

(72)発明者 原田 信之

茨城県ひたちなか市高場2477番地 日立カーエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 住友 義孝

茨城県ひたちなか市高場2477番地 日立カーエンジニアリング株式会社内

(72)発明者 小沢 洋

神奈川県座間市広野台2丁目4991 株式会社ザナヴィ・インフォマティクス内

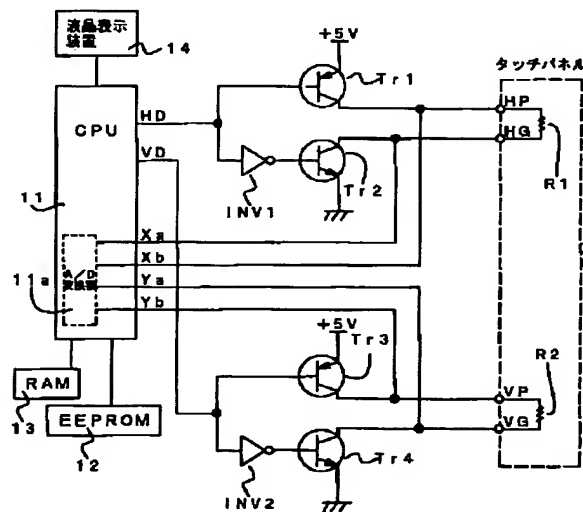
(74)代理人 弁理士 永井 冬紀

(54)【発明の名称】 タッチパネル制御装置

(57)【要約】

【課題】 操作者がタッチした位置を簡易かつ正確に検出する。

【解決手段】 抵抗膜方式のタッチパネルの制御装置において、所定のスイッチ操作により座標校正モードに移行すると、CPU 11はまず液晶表示領域の3箇所に十字マークを表示する。そして、HP-HG端子間電圧およびVP-VG端子間電圧をモニタすることで、操作者がどの十字マークをタッチしたかを検出する。操作者がすべての十字マークをタッチした場合には、タッチ領域のX軸方向の電圧補正值ChとY軸方向の電圧補正值Cvとを演算し、演算した補正值Ch、CvをEEPROM 12に格納する。以後CPU 11は、操作者がタッチ領域をタッチすると、EEPROM 12から電圧補正值Ch、Cvを読み出してタッチした座標位置を検出する。これにより、タッチパネルを液晶パネルの前面に取り付ける際に生じる位置ずれ等の影響を精度よく補正できる。



**【特許請求の範囲】**

【請求項1】 所定間隔を隔てて対向配置され、圧力をかけると互いに接触する2枚の抵抗膜と、

前記抵抗膜内の所定の2点間の電圧を検出する電圧検出手段と、

いずれかの前記抵抗膜に所定の電圧を印加した状態で一方の抵抗膜内の所定位置に圧力をかけたときに前記電圧検出手段により検出される電圧に基づいて、前記所定位置を推定するタッチ位置推定手段とを備えたタッチパネル制御装置において、

前記電圧検出手段により検出された電圧の補正値を演算する補正値演算手段を備え、

前記タッチ位置推定手段は、前記演算された補正値と前記電圧検出手段により検出された電圧とに基づいて、前記所定位置を推定することを特徴とするタッチパネル制御装置。

【請求項2】 請求項1に記載されたタッチパネル制御装置において、

前記補正値演算手段は、前記一方の抵抗膜に圧力をかける位置を変えたときに前記電圧検出手段により検出可能な最大電圧値と最小電圧値との差分に基づいて前記補正値を演算することを特徴とするタッチパネル制御装置。

【請求項3】 請求項2に記載されたタッチパネル制御装置において、

前記抵抗膜上の複数箇所に所定形状の指標を表示させる指標表示制御手段を備え、

前記補正値演算手段は、前記一方の抵抗膜上の前記各指標位置に圧力をかけたときに前記電圧検出手段により検出される電圧値に基づいて、前記最大電圧値および前記最小電圧値を検出することを特徴とするタッチパネル制御装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれか1項に記載されたタッチパネル制御装置において、

前記演算された補正値を記憶する記憶手段を備え、

前記タッチ位置推定手段は、前記記憶手段に記憶されている補正値と前記電圧検出手段により検出された電圧とに基づいて、前記所定位置を推定することを特徴とするタッチパネル制御装置。

**【発明の詳細な説明】****【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、圧力をかけた位置（タッチ位置）に応じて抵抗値が変化する透明抵抗膜方式のタッチパネルを制御する制御装置に関する。

**【0002】**

【従来の技術】圧力をかけた位置に応じて抵抗値が変化する透明抵抗膜をタッチパネルとして用い、抵抗値の変化を検出して圧力をかけた座標位置を推定するタッチパネル制御装置が従来から知られている。

【0003】図8はこの種のタッチパネルの横断面図、図9はタッチパネルを上方向から見た透視図である。

これらの図に示すように、抵抗膜の一種であるITO（Indium Tin Oxide）成膜フィルム1とITO成膜ガラス2とが外周スペーサ3またはドットスペーサ4を介して対向配置され、ITO成膜フィルム1のX軸方向の両端部には上部電極5a、5bが、ITO成膜ガラス2のY軸方向の両端部には下部電極6a、6bがそれぞれ取り付けられている。ITO成膜フィルム1はある程度弾力を有しており、その上面に圧力をかけると圧力をかけた箇所が撓んでITO成膜ガラス2に接触する。以下では、ITO成膜フィルム1を水平抵抗膜と呼び、ITO成膜ガラス2を垂直抵抗膜と呼ぶ。

【0004】図10は図8のタッチパネルの座標検出原理図である。座標検出の際には、上部電極5a、5bと下部電極6a、6bのいずれか一方に所定の電圧が印加される。例えば、図10(a)は上部電極5a、5b間に所定の電圧を印加し、下部電極6a、6b間を短絡した状態を示し、垂直抵抗膜2の抵抗をR1、水平抵抗膜1の抵抗をR2としている。この状態で水平抵抗膜1の上方に所定箇所を圧力をかけると、圧力をかけた位置付近の水平抵抗膜1と垂直抵抗膜2とが接触する。水平抵抗膜1と垂直抵抗膜2はそれぞれ異なる抵抗値を有するため、圧力をかけた水平抵抗膜1上の水平（X軸）座標位置に応じて図10(a)のa、b間の電圧が変化する。したがって、この電圧値をモニタすることで、ペンや指等で圧力をかけた水平（X軸）座標位置を精度よく検出できる。

【0005】一方、図10(b)は上部電極を短絡し、下部電極に所定の電圧を印加した状態を示す。この状態で水平抵抗膜1の所定箇所を圧力を加えると、圧力をかけた位置付近の水平抵抗膜1と垂直抵抗膜2とが接触し、図10(b)のb、a間の電圧が変化する。この電圧は、圧力をかけた水平抵抗膜1上のY軸座標位置に応じて変化するため、この電圧値をモニタすることで、圧力をかけたY軸座標位置を精度よく検出できる。

【0006】このように、図8のような透明抵抗膜方式のタッチパネルでは、水平抵抗膜1の両端の上部電極5a、5bに電圧を印加することでタッチ位置の水平（X軸）座標を検出でき、垂直抵抗膜2の両端に電圧を印加することでタッチ位置の垂直（Y軸）座標を検出できる。

**【0007】**

【発明が解決しようとする課題】図8のようなタッチパネルは、液晶パネル等に張り合わされてタッチパネル画面として利用されることが多いが、張り合わせる際に位置ずれが生じることがある。このような位置ずれが生じると、操作者が指等で実際にタッチした位置と、タッチパネル上で座標検出される位置とがずれてしまう。また、タッチパネルを構成する水平抵抗膜1（ITO成膜フィルム）や垂直抵抗膜2（ITO成膜ガラス）の抵抗値も製造誤差等によってばらつくため、タッチパネル上

の同一位置に圧力をかけても必ずしも同一電圧が検出されるとは限らず、検出される電圧値は個々のタッチパネルによって異なることがあった。

【0008】本発明の目的は、操作者がタッチした位置を簡易かつ正確に検出できるタッチパネル制御装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】発明の一実施の形態を示す図1に対応づけて本発明を説明すると、本発明は、所定間隔を隔てて対向配置され、圧力をかけると互いに接触する2枚の抵抗膜1、2と、抵抗膜1、2内の所定の2点間の電圧を検出する電圧検出手段11aと、いずれかの抵抗膜に所定の電圧を印加した状態で一方の抵抗膜内の所定位置に圧力をかけたときに電圧検出手段11aにより検出される電圧に基づいて、所定位置を推定するタッチ位置推定手段11とを備えたタッチパネル制御装置に適用され、電圧検出手段11aにより検出された電圧の補正値を演算する補正値演算手段を備え、演算された補正値と電圧検出手段11aにより検出された電圧とに基づいて、所定位置を推定するようにタッチ位置推定手段11を構成することにより、上記目的は達成される。すなわち、請求項1に記載の発明では、電圧検出手段11aで検出した電圧を補正値により補正した結果に基づいて、圧力をかけた位置（タッチ位置）を推定するため、タッチパネルの製造誤差等による電圧値の誤差の影響を受けずにタッチ位置が検出される。

【0010】請求項2に記載の発明は、請求項1に記載されたタッチパネル制御装置において、一方の抵抗膜に圧力をかける位置を変えたときに電圧検出手段11aにより検出可能な最大電圧値と最小電圧値との差分に基づいて補正値を演算するように補正値演算手段を構成するものである。すなわち、請求項2に記載の発明では、電圧検出手段11aにより検出可能な最大電圧値と最小電圧値との差分を演算し、この差分によって補正値を定める。例えば、発明の実施の形態の⑤⑥式のように、最大電圧値と最小電圧値との差分を補正値とする。

【0011】請求項3に記載の発明は、請求項2に記載されたタッチパネル制御装置において、抵抗膜上の複数箇所に所定形状の指標を表示させる指標表示制御手段を備え、一方の抵抗膜上の各指標位置に圧力をかけたときに電圧検出手段11aにより検出される電圧値に基づいて、最大電圧値および最小電圧値を検出するように補正値演算手段を構成するものである。すなわち、請求項3に記載の発明では、抵抗膜上に表示される複数の指標に圧力をかけたときに検出される電圧値をそれぞれ検出し、これら電圧値を基準として最大電圧値と最小電圧値を検出する。具体的には、例えば発明の実施の形態の①～④式の処理を行う。

【0012】請求項4に記載の発明は、請求項1～3のいずれか1項に記載されたタッチパネル制御装置におい

て、演算された補正値を記憶する記憶手段12を備え、記憶手段12に記憶されている補正値と電圧検出手段11aにより検出された電圧とに基づいて、所定位置を推定するようにタッチ位置推定手段11を構成するものである。すなわち、請求項4に記載の発明では、演算した補正値を記憶手段12に記憶しておき、この記憶した補正値を利用してタッチ位置を推定することで、タッチ位置検出時間を短縮する。

【0013】なお、本発明の構成を説明する上記課題を解決するための手段の項では、本発明を分かり易くするために下記の発明の実施の形態の図を用いたが、これにより本発明が下記の発明の実施の形態に限定されるものではない。

【0014】

【発明の実施の形態】以下、図1～7に基づいて本発明の一実施の形態を説明する。本実施の形態では、透明抵抗膜方式のタッチパネルを車両用ナビゲーション装置の液晶パネルの前面に取り付けた例について説明する。

【0015】図2は一実施の形態のタッチパネルの配線図である。本実施の形態のタッチパネルは、図8と同様に矩形状の水平抵抗膜1（ITO成膜フィルム）と垂直抵抗膜2（ITO成膜ガラス）とを対向配置させたものである。図2のように、水平抵抗膜1のX軸方向の両端部には上部電極5a、5bが設けられ、各電極には導電パターンが接続され、導電パターンの他端には接続端子HG、HPが設けられている。同様に、垂直抵抗膜2のY軸方向の両端部にはYa、Yb電極が設けられ、各電極には導電パターンが接続され、導電パターンの他端には接続端子VG、GPが設けられている。

【0016】図1はタッチパネル制御装置の一実施の形態のブロック構成図である。図1では、簡略化のためタッチパネルの上部電極5a、5b間の水平抵抗膜の抵抗を抵抗R1で表し、下部電極6a、6b間の垂直抵抗膜の抵抗を抵抗R2で表している。

【0017】図1の11は後述する図5の処理を行うCPUであり、操作者がタッチしたX軸方向座標位置を検出するためのHD端子と、Y軸方向座標位置を検出するためのVD端子と、タッチ位置に応じて発生される電圧を検出するためのXa、Xb、Ya、Yb端子とを備える。また、CPU11の内部にはA/D変換器11aが設けられ、Xa-Xb端子間およびYa-Yb端子間の電圧をデジタル値に変換する。

【0018】CPU11のHD端子にはトランジスタTr1のベース端子とインバータINV1が接続され、インバータINV1の出力にはトランジスタTr2のベース端子が接続され、これらトランジスタTr1、Tr2のコレクタ端子はそれぞれタッチパネルのHP端子、HG端子に接続されている。同様に、CPU11のVD端子にはトランジスタTr3のベース端子とインバータINV2が接続され、インバータINV2の出力にはトラ

ンジスタTr4のベース端子が接続され、これらトランジスタTr3、Tr4のコレクタ端子はそれぞれタッチパネルのVP端子、VG端子に接続されている。

【0019】12はCPU11によって演算された補正値を格納するEEPROM、13はCPU11が作業用に用いるRAMである。この他CPU11には、図2のタッチパネルを前面に取りつけた液晶表示装置14が接続されている。

【0020】図3はタッチパネルとその周辺部分の等価回路図であり、図示の点線部分はタッチパネル内部の構成を示す。図示のように、タッチパネルは直列に接続された3種類の抵抗成分 $r_a$ 、 $r_b$ 、 $r_f$ を有する。このうち、 $r_a$ はタッチパネルの有効領域抵抗、 $r_b$ はタッチパネルの無効領域抵抗、 $r_f$ は導通パターン抵抗である。また、CPU11内部のA/D変換器11aとタッチパネルとの間には、コネクタ接触抵抗 $r_c$ が存在する。さらに、トランジスタとA/D変換器11aとの間には、プリント基板パターン抵抗 $r_p$ が存在する。

【0021】このように、タッチパネルおよびその周辺部分には、複数の抵抗成分が存在するため、これら抵抗成分によってタッチ位置を検出する際に誤差が生じる。

【0022】図4は本実施の形態のタッチパネルを前面に取り付けた液晶表示装置の正面図である。タッチパネルと略同一面積を有する液晶表示領域Wには、操作者が指等で選択(タッチ)可能な複数の画面枠が表示され、CPU11は図1のトランジスタTr1~Tr4をオン・オフすることで、操作者が指等でタッチした画面枠を検出する。また、液晶表示領域Wの脇には、ナビゲーション機能の各種選択を行うスイッチ群が設けられている。

【0023】スイッチ群の中には、TV画像の表示を指示するTVキーSW1と、広域の道路地図表示を指示する広域キーSW2とが設けられており、操作者がTVキーSW1を押したまま広域キーSW2を所定時間継続して押すと、CPU11は図5に詳細を示す座標校正モード処理を行う。

【0024】一方、図6は液晶表示領域Wの位置座標を示す図である。本実施の形態では、液晶表示領域Wの右下隅を座標の原点(0, 0)とし、原点よりも左側をX軸の正方向、上側をY軸の正方向とする。また、液晶表示領域Wの表示単位(ドット)ごとに座標値を割り当てており、X軸方向およびY軸方向の座標最大値をいずれも7F(128)としている。

【0025】以下、図5、6に基づいて本実施の形態の動作を説明する。図5に示す座標校正モード処理のステップS1では、図7のような座標補正用の十字マークM1~M3とドットクロック調整用マーカーM4を液晶表示領域Wに表示する。ここで、座標補正用の十字マークは液晶表示領域Wの3箇所(右下隅、左上隅、左下隅)に表示され、ドットクロック調整用マーカーM4は液晶

表示領域Wの右端に表示される。操作者は、ドットクロック調整用マーカーM4を液晶表示領域Wの右端に正しく位置合わせした後、いずれかの十字マークM1~M3の中央部をタッチする。

【0026】一方、CPU11はステップS1の処理後にステップS2に進み、十字マークM1~M3のいずれかを操作者がタッチしたか否かを判定する。具体的には、HD端子をローレベルにしてタッチパネルのHP-HG端子間の電圧を測定し、次にVD端子間をローレベルにしてVP-VG端子間の電圧を測定し、測定された各電圧の電圧レベルにより、操作者が十字マークM1~M3のいずれかをタッチしたか否かを判定する。

【0027】例えば、操作者が十字マークM1をタッチしている状態でCPU11がHD端子をローレベルにすると、十字マークM1付近の水平抵抗膜1と垂直抵抗膜2とが接触し、トランジスタTr1→HP端子→抵抗R1→HG端子→トランジスタTr2の経路で電流が流れ、HP-HG端子間に電圧VHM1が発生する。一方、操作者が十字マークM1をタッチしている状態でCPU11がVD端子をローレベルにすると、トランジスタTr3→VP端子→抵抗R2→VG端子→トランジスタTr4の経路で電流が流れ、VP-VG端子間に電圧VVM1が発生する。

【0028】このように、操作者が十字マークM1~M3のいずれかをタッチすると、HP-HG端子間またはVP-VG端子間に十字マークの種類に応じた電圧が発生するため、これら電圧を検出することで、操作者がタッチした十字マークを特定できる。

【0029】操作者が十字マークM1~M3のいずれかをタッチしたと判定されるとステップS3に進み、タッチした十字マークを点滅表示する。これにより、操作者は自己がタッチした十字マークをCPU11が正しく認識したか否かを目で確認できる。

【0030】次にステップS4では、検出されたHP-HG端子間電圧とVP-VG端子間電圧をRAM13に記憶する。以下では、十字マークM1~M3をタッチした場合のHP-HG端子間電圧およびVP-VG端子間電圧をそれぞれ、M1( $V_{1x}$ ,  $V_{1y}$ )、M2( $V_{2x}$ ,  $V_{2y}$ )、M3( $V_{3x}$ ,  $V_{3y}$ )とする。ステップS5では、十字マークM1~M3のすべてを操作者がタッチしたか否かを判定し、まだタッチしていない十字マークがある場合にはステップS2に戻る。

【0031】操作者が十字マークM1~M3のすべてをタッチした場合にはステップS6に進み、タッチ可能な範囲(以下、タッチ領域と呼ぶ)内で検出される最大電圧値と最小電圧値を求める。図7のように、タッチ領域のX軸方向最大位置 $X_{max}$ でのHP-HG端子間電圧がX軸方向の最大電圧値となり、X軸方向最小位置 $X_{min}$ でのHP-HG端子間電圧がX軸方向の最小電圧値となる。同様に、タッチ領域のY軸方向最大位置 $Y_{max}$ での

VP-VG端子間電圧がY軸方向の最大電圧値となり、Y軸方向最小位置YminでのVP-VG端子間電圧がY軸方向の最小電圧値となる。ステップS3でRAM13に記憶した十字マークM1~M3の各電圧値を用いると、各座標位置でのHP-HG端子間電圧またはVP-VG端子間電圧は以下になる。

【0032】

XmaxでのHP-HG端子間電圧 $=V2x+C2x$  …①

XminでのHP-HG端子間電圧 $=V1x-C1x$  …②

YmaxでのVP-VG端子間電圧 $=V3y+C3y$  …③

YminでのVP-VG端子間電圧 $=V2y-C2y$  …④

【0033】上式のC1x, C2x, C2y, C3yは、十字マーク位置とタッチ領域端との差に応じた補正值であり、各タッチパネルごとに固有の実測値である。①~④式を

タッチしたX座標 $=7F(16進数) \times Vx / Ch$  …⑦

タッチしたY座標 $=7F(16進数) \times Vy / Cv$  …⑧

【0037】このように、本実施の形態では、所定のスイッチ操作により座標校正モードに移行すると、CPU11はまず液晶表示領域Wに図7のような十字マークを表示する。そして、HP-HG端子間電圧およびVP-VG端子間電圧をモニタすることで、操作者がどの十字マークをタッチしたかを検出する。操作者がすべての十字マークをタッチした場合には、①~④式に基づいて、タッチ領域のX軸方向の電圧補正值ChとY軸方向の電圧補正值Cvとを演算し、演算した補正值Ch, CvをEEPROM12に格納する。以後CPU11は、操作者がタッチ領域をタッチすると、EEPROM12から電圧補正值Ch, Cvを読み出して⑦⑧式に基づいてタッチした座標位置を検出する。

【0038】すなわち、本実施の形態によれば、タッチパネルを液晶パネルの前面に取り付ける際に生じる位置ずれや、タッチパネルを構成する各抵抗膜の抵抗値のばらつきを補正するための補正值をEEPROM12に予め格納しておき、この補正值に基づいて操作者が操作した座標位置を検出するため、個々のタッチパネルの製造誤差等に影響されず、常に同一精度で座標位置を検出できる。また、本来ナビゲーション用に設けられているスイッチの連係操作により座標校正モードに移行できるため、専用のスイッチが不要となるとともに、必要なときに簡易な操作で座標校正モードに入って座標校正を行うことができ、タッチパネルを常に最適な状態に維持できる。

【0039】上記実施の形態では、図8のような水平抵抗膜1と垂直抵抗膜2とを対向配置したタッチパネルについて説明したが、抵抗膜を用いたタッチパネルであればよく、タッチパネルの材質や電極の配置等は上記実施の形態に限定されない。

【0040】このように構成した一実施の形態にあっては、A/D変換器11aが電圧検出手段に、CPU11がタッチ位置推定手段に、図5のステップS6が補正值

用いられ、タッチ領域のX軸方向の電圧補正值ChおよびY軸方向の電圧補正值Cvはそれぞれ⑤、⑥式のようにになる。

【0034】

$(V2x+C2x) - (V1x-C1x) = Ch$  …⑤

$(V3y+C3y) - (V2y-C2y) = Cv$  …⑥

【0035】ステップS7では、ステップS6で演算したX軸方向の電圧補正值ChおよびY軸方向の電圧補正值CvをそれぞれEEPROM12に記憶して図5の処理を終了する。⑤⑥式の電圧補正值Ch, Cvが座標校正用の補正值となり、以後CPU11は、この補正值Ch, Cvを用いて⑦、⑧式に基づいて操作者がタッチした座標位置を検出する。

【0036】

演算手段に、図5のステップS1が指標表示制御手段に、EEPROM12が記憶手段に、それぞれ対応する。

【0041】

【発明の効果】以上詳細に説明したように、本発明によれば、抵抗膜に圧力をかけたときに検出される電圧の補正值を演算するため、抵抗膜の製造誤差等の影響を受けることなく、圧力をかけた位置を常に精度よく検出できる。請求項2に記載の発明によれば、抵抗膜に圧力をかけたときに検出される最大電圧値と最小電圧値とに基づいて補正值を演算するため、補正值を簡易に演算できる。請求項3に記載の発明によれば、抵抗膜上に複数の指標を表示し、これら指標に圧力をかけることで最大電圧値と最小電圧値を検出するため、最大電圧値と最小電圧値を精度よく検出できる。請求項4に記載の発明によれば、演算された補正值を記憶しておくため、座標検出を行うたびに補正值を演算しなくて済み、圧力をかけた位置を迅速に検出できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】タッチパネル制御装置の一実施例のブロック構成図。

【図2】一実施の形態のタッチパネルの配線図。

【図3】タッチパネルとその周辺部分の等価回路図。

【図4】タッチパネルを前面に取り付けた液晶表示装置の正面図。

【図5】CPUが行う座標校正モード処理を示すフローチャート。

【図6】液晶表示領域の位置座標を示す図。

【図7】液晶表示領域に表示される十字マークとドットクロック調整用マーカを示す図。

【図8】透明抵抗膜方式のタッチパネルの横断面図。

【図9】タッチパネルの透視図。

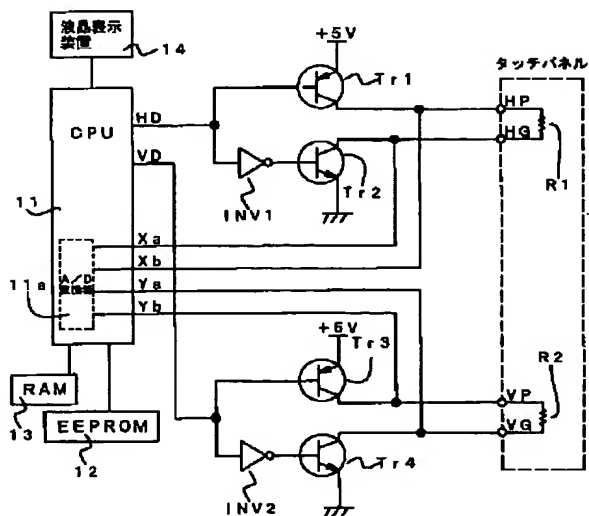
【図10】タッチパネルの座標検出原理図。

【符号の説明】

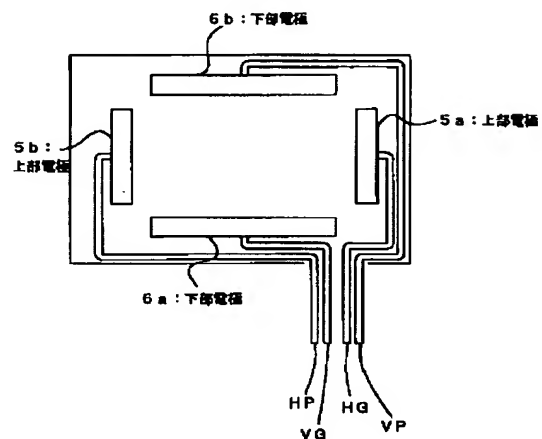
- 1 ITO成膜フィルム（水平抵抗膜）
- 2 ITO成膜ガラス（垂直抵抗膜）
- 3 外周スペーサ
- 4 ドットスペーサ
- 5 a, 5 b 上部電極

- 6 a, 6 b 下部電極  
11 CPU  
12 EEPROM  
13 RAM  
14 液晶表示装置

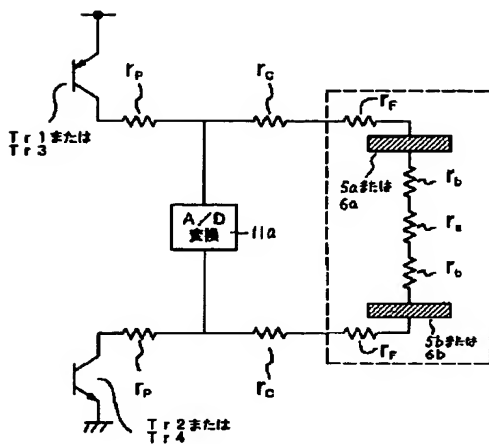
【図1】



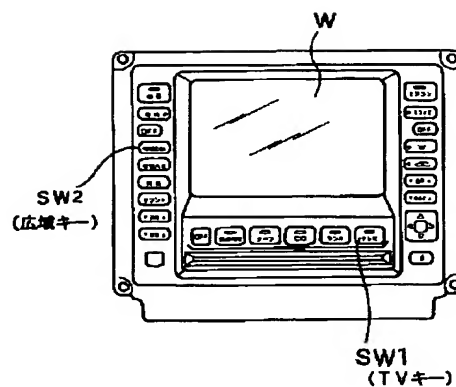
【図2】



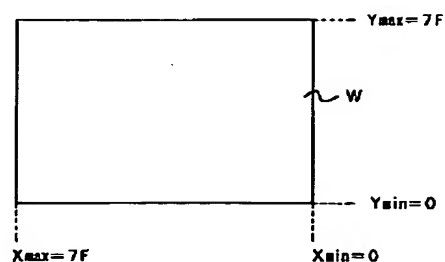
【例3】



【図4】

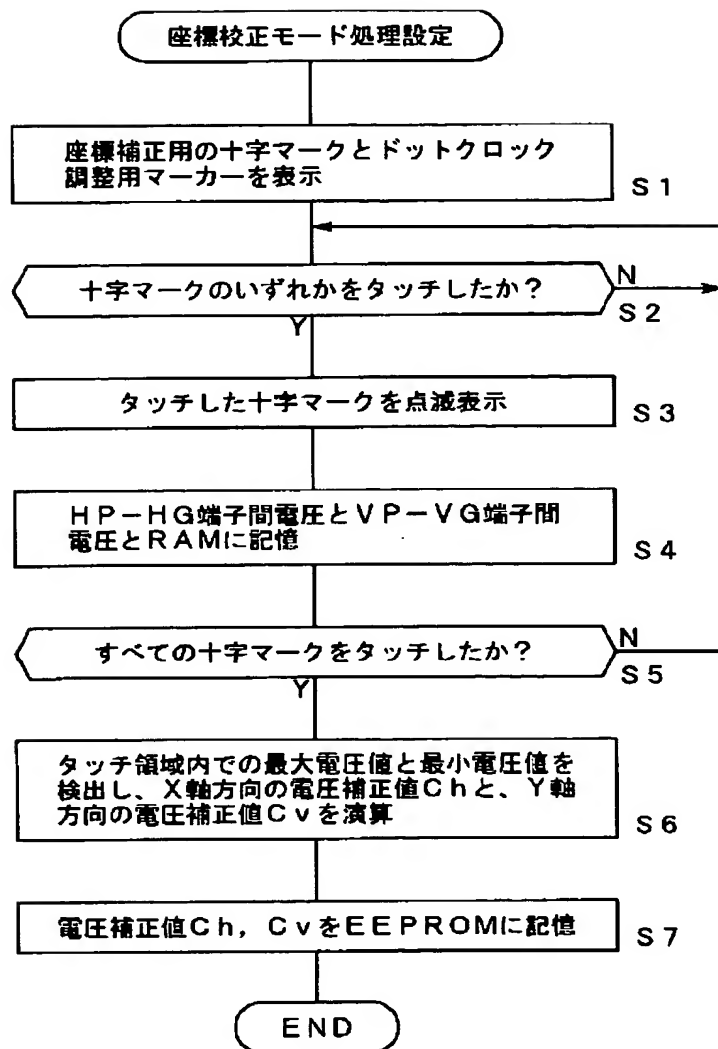


【図6】

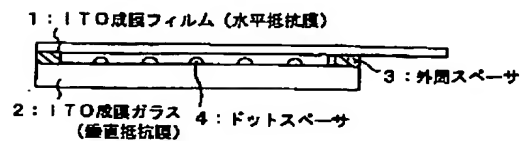


- 「P」 プリント基板パターン抵抗  
 「C」 コネクタ接触抵抗  
 「P」 導電パターン抵抗  
 「b」 タッチ無効領域抵抗  
 「b」 タッチ有効領域抵抗

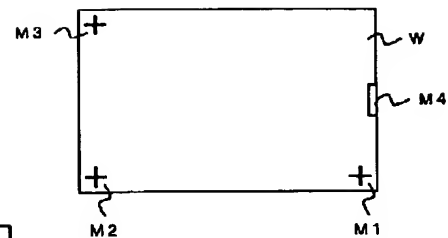
【図5】



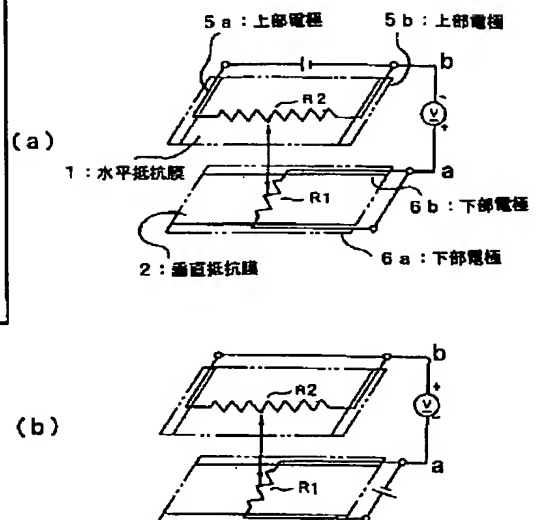
【図8】



【図7】



【図10】



【図9】

